

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/006618

International filing date: 04 April 2005 (04.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-110879  
Filing date: 05 April 2004 (05.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 May 2005 (20.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 4 月 5 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 1 0 8 7 9

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 1 0 8 7 9

出 願 人  
Applicant(s): 三菱マテリアル株式会社

2 0 0 5 年 4 月 2 7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	J96629A1
【提出日】	平成16年 4月 5日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	H01L 23/12 H01L 21/02
【発明者】	
【住所又は居所】	茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2－1 4 三菱マテリアル株式会 社 総合研究所那珂研究センター内
【氏名】	長瀬 敏之
【発明者】	
【住所又は居所】	茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2－1 4 三菱マテリアル株式会 社 総合研究所那珂研究センター内
【氏名】	長友 義幸
【発明者】	
【住所又は居所】	茨城県那珂郡那珂町向山 1 0 0 2－1 4 三菱マテリアル株式会 社 総合研究所那珂研究センター内
【氏名】	久保 和明
【特許出願人】	
【識別番号】	000006264
【氏名又は名称】	三菱マテリアル株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100064908
【弁理士】	
【氏名又は名称】	志賀 正武
【選任した代理人】	
【識別番号】	100108578
【弁理士】	
【氏名又は名称】	高橋 詔男
【選任した代理人】	
【識別番号】	100101465
【弁理士】	
【氏名又は名称】	青山 正和
【選任した代理人】	
【識別番号】	100117189
【弁理士】	
【氏名又は名称】	江口 昭彦
【選任した代理人】	
【識別番号】	100108453
【弁理士】	
【氏名又は名称】	村山 靖彦
【選任した代理人】	
【識別番号】	100106057
【弁理士】	
【氏名又は名称】	柳井 則子
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	008707
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【包括委任状番号】	0205685	

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

金属板とセラミックス基板とを接合したパワーモジュール用基板であって、

前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、

前記接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下であることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 2】

金属板とセラミックス基板とを接合したパワーモジュール用基板であって、

前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、

前記接合界面における結晶粒の歪み量が0.03%以下であることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のパワーモジュール用基板において、

前記金属板は、アルミニウム板であり、

前記セラミックス基板は、窒化アルミニウム板又は窒化ケイ素板であることを特徴とするパワーモジュール用基板。

【請求項 4】

セラミックス基板と金属板とを接合したパワーモジュール用基板の金属板上に半導体チップが搭載されたパワーモジュールであって、

前記パワーモジュール用基板は、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のパワーモジュール用基板であることを特徴とするパワーモジュール。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パワーモジュール用基板及びパワーモジュール

【技術分野】

【0001】

本発明は、電気自動車や電気車両等、大電流・大電圧を制御する半導体装置に用いられるパワーモジュール用基板及びパワーモジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子の中でも電力供給のためのパワーモジュールは発熱量が比較的高いため、これを搭載する基板としては、例えば、AlN（窒化アルミニウム）のセラミックス基板上にAl（アルミニウム）の金属板がAl-Si（シリコン）のろう材を介して接着されたパワーモジュール用基板が用いられる。

【0003】

なお、セラミックス基板の下面にもAl等の金属板が接着され、この金属板を介して放熱板上に半田によりパワーモジュール用基板全体が接着される。

また、上記パワーモジュール用基板の金属板上には、半田を介してパワー素子のSiチップが搭載されている。

従来、上記金属板とセラミックス基板との良好な接合強度を得るため、例えば下記特許文献1に、AlNセラミックス基板の表面粗さを $0.5\mu\text{m}$ 未満にしている技術が開示されている。

【特許文献1】 特開平3-234045号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記従来のパワーモジュール用基板の技術には、以下の課題が残されている。すなわち、金属板をセラミックス基板に接合する場合、単にセラミックス基板の表面粗さを低減しても十分に高い接合強度が得られず、信頼性の向上が図れないという不都合があった。例えば、セラミックス基板の表面を、乾式でAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子でホーニングを行い表面粗さを $R_a=0.2\mu\text{m}$ にしても、剥離試験で界面剥離が生じてしまう場合があることが分かった。また、研磨法により表面粗さを $R_a=0.1\mu\text{m}$ 以下にしても、やはり同様に界面剥離が生じてしまう場合があった。

【0005】

本発明は、前述の課題に鑑みてなされたもので、金属板とセラミックス基板との高い接合強度が得られるパワーモジュール用基板及びパワーモジュールを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、前記課題を解決するために以下の構成を採用した。すなわち、本発明のパワーモジュール用基板は、金属板とセラミックス基板とを接合したパワーモジュール用基板であって、前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量（ボロン量）で5未満であると共に、前記接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下であることを特徴とする。なお、上記歪み発生領域とは、上記界面におけるセラミックス結晶粒のTEM（透過電子顕微鏡）観察（明視野像）により、結晶粒内の暗部でありつまり転位が存在する領域をいう。

【0007】

このパワーモジュール用基板では、セラミックス基板が、金属板との接合界面における離型剤の残留量がB量で5未満であると共に、接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下であるので、後述するように、初期状態及び温度サイクル試験後においても高い接合強度を得ることができる。なお、金属板との接合界面における離型剤の残留量を蛍光X線分析によるB量で5未満としたのは、セラミックス基板を焼結する際に含ま

れていた離型剤（例えば、BN（ボロンナイトライド））が多く残留して接合性を悪化させることを防ぐためである。

#### 【0008】

本発明のパワーモジュール用基板は、前記セラミックス基板が、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、前記接合界面における結晶粒の歪み量が0.03%以下であることを特徴とする。

#### 【0009】

このパワーモジュール用基板では、セラミックス基板が、金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、接合界面における結晶粒の歪み量（X線回折による結晶子サイズと格子不均一歪み測定による歪み量）が0.03%以下であるので、後述するように、初期状態及び温度サイクル試験後においても高い接合強度を得ることができる。

#### 【0010】

また、本発明のパワーモジュール用基板は、上記本発明のパワーモジュール用基板において、前記金属板は、アルミニウム板であり、前記セラミックス基板は、窒化アルミニウム板又は窒化ケイ素板であることを特徴とする。

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

本発明に係るパワーモジュール用基板及びパワーモジュールによれば、パワーモジュール用基板が、金属板とセラミックス基板との高い接合強度により、温度サイクル試験等の環境試験に対しても優れた信頼性を有するので、初期状態及び温度サイクル試験後においても高い接合強度を得ることができ、さらに、温度変化の厳しい環境下であっても高い信頼性を有するパワーモジュールを得ることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0012】

以下、本発明に係るパワーモジュール用基板及びパワーモジュールの一実施形態を、図1及び図2を参照しながら説明する。

#### 【0013】

本実施形態のパワーモジュール用基板及びこれを用いたパワーモジュールは、図1に示すように、電力供給用のパワー素子を有するSiチップ（半導体チップ）5を搭載するものである。このパワーモジュール用基板及びパワーモジュールの構造を、その製造プロセスと合わせて説明すると、まず、AlNのセラミックス基板1（50mm×30mm、厚さ0.635mm）と、Al（純度99.9%以上）の金属回路基板2と、Al（純度99.9%以上）の金属板3と、Al-Si箔（50mm×30mm、0.1mm以下）とを準備する。

#### 【0014】

次に、上記セラミックス基板1の表面に対して所定の回数及び圧力でホーニングを行い、セラミックス基板1の金属回路基板2との接合界面における離型剤（BN）の残留量を蛍光X線分析によるB量（ボロン量）で5未満にすると共に、接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下となるようにする。なお、上記歪み発生領域は、上記界面におけるセラミックス結晶粒のTEM（透過電子顕微鏡）観察（明視野像）により、結晶粒内暗部つまり転移部が40%以上の結晶があることである。

#### 【0015】

また、上記ホーニングにより、セラミックス基板1の金属回路板2との接合界面における離型剤の残留量を蛍光X線分析によるB量で5未満にすると共に、図2に示すように、X線回折による結晶子サイズと格子不均一歪み測定による歪み量で0.03%以下となるようにしてもよい。

#### 【0016】

次に、セラミックス基板1の上面に金属回路板2をAl-Si箔のろう材を介して接着すると共に、セラミックス基板1の下面にAlの金属板3を同様にろう材を介して接着する。

この接着工程では、A l－S i 箔をセラミックス基板 1 と金属回路板 2 及び金属板 3 との間に挟んで積層し、荷重をかけて 6 0 0℃以上真空中又は還元雰囲気中で加熱して接合する。

#### 【0 0 1 7】

このように得られた A l／A l N／A l 接合体の金属回路板 2 上にレジストを印刷した後、エッチングすることにより所定の回路パターンを形成し、パワーモジュール用基板が作製される。

#### 【0 0 1 8】

次に、上記パワーモジュール用基板の金属回路板 2 上面に、S i チップ 5 を半田 8 により接着すると共に、このパワーモジュール用基板を、金属板 3 を介して放熱板 4 上に半田 8 により接着する。

このようにして、本実施形態のパワーモジュールが作製される。

#### 【0 0 1 9】

本実施形態のパワーモジュール用基板及びパワーモジュールでは、セラミックス基板 1 の金属回路板 2 との接合界面における離型剤の残留量が蛍光 X 線分析による B 量で 5 未満であると共に、接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の 4 0 % 以下又は結晶粒の歪み量が 0 . 0 3 % 以下であるので、後述する実施例の試験結果より、温度サイクル試験後においても高い接合強度を得ることができる。なお、セラミックス基板 1 の金属回路板 2 との接合界面における離型剤の残留量が蛍光 X 線分析による B 量で 5 未満であるで、セラミックス基板 1 を焼結する際に含まれていた離型剤の B N が界面に多く残留して接合性を悪化させることを防ぐことができる。すなわち、セラミックス基板 1 表面（接合界面）における離型剤の残留量とダメージ量とは、図 3 に示すように、ホーニングの度合いによって、トレードオフの関係にあり、残留量及びダメージ量がいずれも低い状態で高い接合強度が得られるためである。

#### 【0 0 2 0】

なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

#### 【実施例】

#### 【0 0 2 1】

次に、本発明に係るパワーモジュール用基板を、実施例により具体的に説明する。

まず、A l N のセラミックス基板 1（50mm×30mm、厚さ 0.635mm）のサンプルを A～J 用意し、それぞれ異なる条件で表面処理を行った。そして、サンプル A～J のそれぞれの両側に純度 99.9% 以上の A l の金属回路板 2（100mm×5mm 幅、厚さ 0.4mm）及び純度 99.9% 以上の A l の金属板 3（50mm×30mm 幅、厚さ 0.4mm）を配して A l－S i 箔（50mm×5mm 幅、厚さ 0.1mm）を挟んだ状態で積層し、接合した。このように作製したサンプルについて、接合界面の評価及び接合強度測定を行った。

#### 【0 0 2 2】

サンプル A～I は、表面のダメージを変えるために、下記のように、ホーニング回数を 1～3、ホーニング圧力を弱、中、強の 3 種類で行い、9 種類の異なる条件で表面処理を行った。また、サンプル J については、表面を 1 0 μ m だけ機械研削した。

#### 【0 0 2 3】

サンプル：ホーニング回数：圧力

A	:	1	:	弱
B	:	1	:	中
C	:	1	:	強
D	:	2	:	弱
E	:	2	:	中
F	:	2	:	強
G	:	3	:	弱
H	:	3	:	中



I : 3 : 強

J : (機械研削)

【0024】

また、上記接合は、荷重をかけて600℃以上真空中又は還元雰囲気中で加熱して行った。また、A1の金属回路板2のうち接合部以外の部分を90度折り曲げて、接合強度測定用（ピーリング法）のサンプルとした。

このように上記サンプルで作製したパワーモジュール用基板を、超音波検査法にて初期状態及び温度サイクル後の接合性について評価した。また、接合強度測定用サンプルにおいても、同様に初期及び温度サイクル後（温度サイクル条件：タバイエスベック社製装置使用、-40℃×15min～125℃×15min（気槽）で3000サイクル後）の接合強度（ピーリング強度）について測定した。なお、初期状態及び温度サイクル後の接合性については、はがれ発生がない場合は十分良好（○）、A1接合部端部1mm以内のはがれの場合はやや不十分（△）、1mm以上の領域ではがれの場合は不十分（×）として評価した。

【0025】

また、接合界面の評価は3種類行い、第1評価は、表面処理ダメージによる歪み発生領域の観察として、界面のセラミックス結晶粒のTEM観察（明視野像）を行い、結晶粒内暗部つまり転移部が40%以上の結晶粒をダメージ結晶粒と定義し、該ダメージ結晶粒の割合をパーセンテージで示した。

また、第2評価は、第1評価と同様に、歪み発生領域の観察として、界面のセラミックス結晶粒のTEM観察を行い、X線回折による結晶子サイズと格子不均一歪み測定において、測定した歪み、結晶子サイズ解析値と定義し、該ダメージを歪みで示した。なお、TEM観察を行う場合、転位が消滅しないサンプル厚さに設定している。

【0026】

このようにして試験した結果を、以下の表1に示す。

【表1】

サンプル	歪み量 評価-1	歪み量 評価-2	初期 接合性	温度サイクル後 接合性	初期接合 強度 (N/cm)	温度サイクル後 接合強度 (N/cm)	総合 評価
A	0%	0%	△	×	150以上	150以上	×
B	0%	0%	○	○	150以上	150以上	○
C	8%	0.026%	○	○	150以上	150以上	○
D	17%	0.028%	○	○	150以上	150以上	○
E	29%	0.029%	○	○	150以上	150以上	○
F	47%	0.030%	△	×	150以上	150以上	×
G	53%	0.032%	△	×	150以上	150以上	×
H	66%	0.033%	×	×	50以上	50以上	×
I	81%	0.035%	×	×	50以上	50以上	×
J	100%	0.035%	×	×	50以上	50以上	×

なお、サンプルAは、接合界面における離型剤のBNの残留量が蛍光X線分析によるB量で5と多かった。これは、ホーニング不足によるものと考えられる。

#### 【0027】

この試験結果からわかるように、離型剤が多く残留したサンプルA以外で、第1評価で29%、第2評価で0.03%以下となったサンプルB～Eの全てで、初期接合性及び温度サイクル後の接合性が良好であり、十分に高い接合強度及び信頼性を得ている。

#### 【0028】

なお、蛍光X線分光法でのB量は、以下の測定条件で測定した。

蛍光X線分光法の $B-K\alpha$ および $A1-K\alpha$ のピーク

$B-K\alpha / A1-K\alpha \times 100000$

で求めた。

#### 【0029】

また、結晶粒の歪み量は、以下の装置による以下の条件で測定した。

使用装置：RINT2000/PCおよびULTIMAプラス試料水平ゴニオメーター（メーカー：理学電気（株））

使用X線：Cu $K\alpha$

X線出力：40KV、40mA

カウンタモノクロメーター（グラフアイト）使用

検出器：シンチレーション

測定 $2\theta$ 範囲：64から128°

測定ステップ：0.01°

積算時間：2秒／ステップ

スリット条件：発散スリット1°、散乱スリット1°、受光スリット0.15mm

#### 【0030】

本発明によれば、以下の効果を奏する。

すなわち、本発明のパワーモジュール用基板及びパワーモジュールによれば、セラミックス基板が、金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下又は接合界面における結晶粒の歪み量が0.03%以下であるので、初期状態及び温度サイクル試験後においても高い接合強度を得ることができる。したがって、温度変化の厳しい環境下であっても高い信頼性を有するパワーモジュールを得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0031】

【図1】本発明に係る一実施形態において、パワーモジュールを示す断面図である。

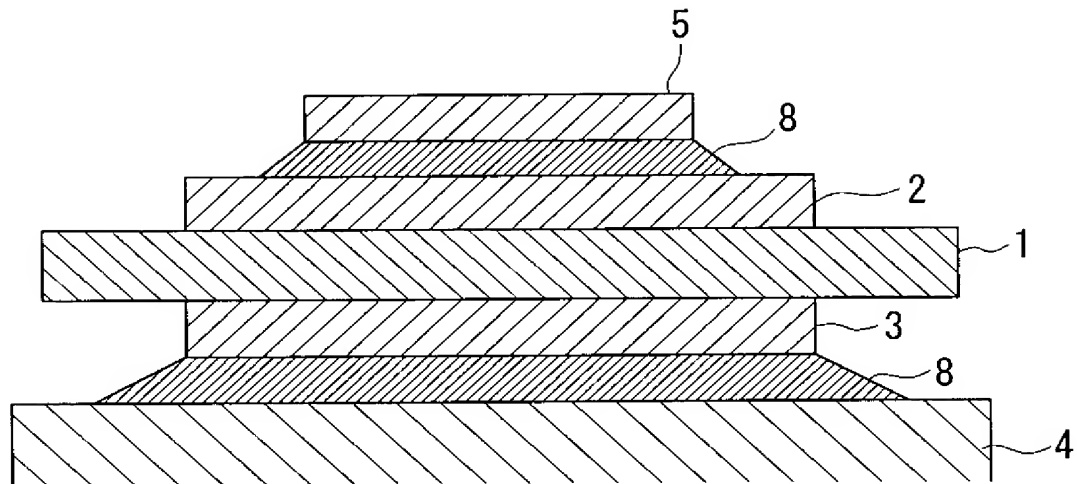
【図2】本発明に係る一実施形態において、ホーニング条件に対する歪みを示すグラフである。

【図3】本発明に係る一実施形態において、ホーニング度合いに対するBN残留量と表面ダメージ量との関係を説明するためのグラフである。

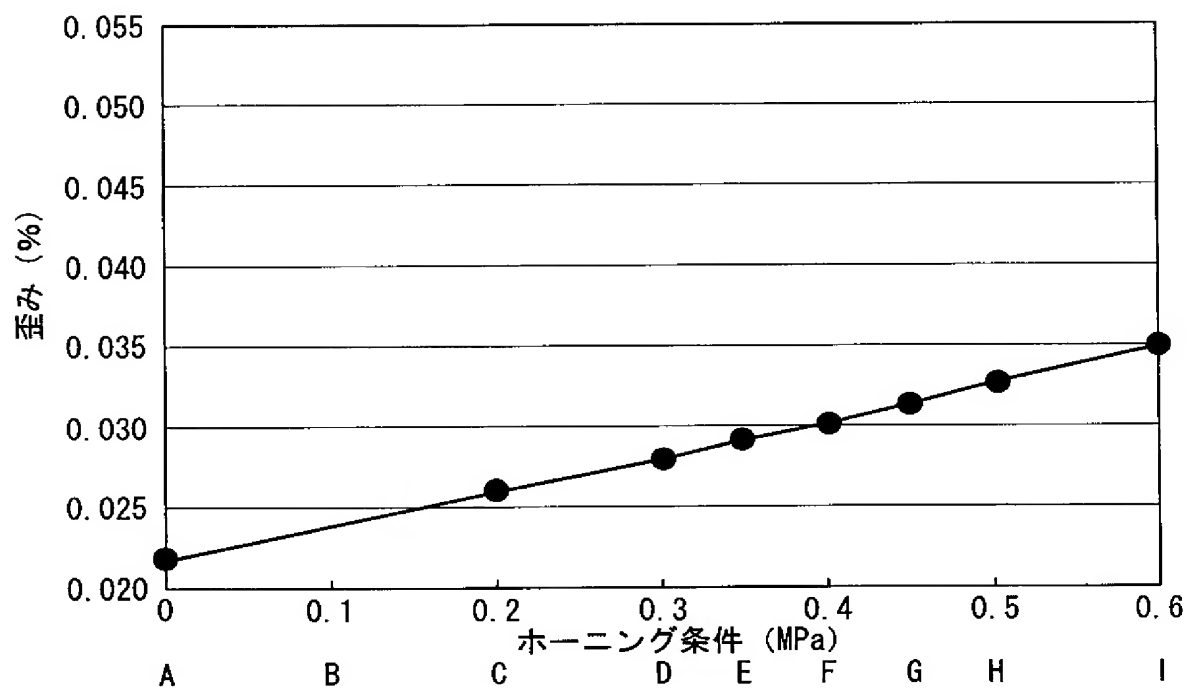
#### 【符号の説明】

#### 【0032】

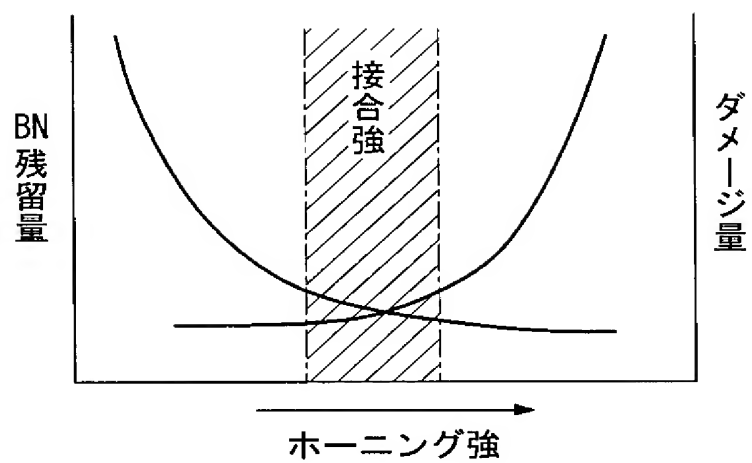
- 1 セラミックス基板
- 2 金属回路板（金属板）
- 3 金属板
- 4 放熱板
- 5 Siチップ（半導体チップ）
- 8 半田



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パワーモジュール用基板及びパワーモジュールにおいて、金属板とセラミックス基板との高い接合強度を得ること。

【解決手段】 金属板とセラミックス基板とを接合したパワーモジュール用基板であって、前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、前記接合界面における結晶粒の歪み発生領域が全体の40%以下であること、または、前記セラミックス基板は、前記金属板との接合界面における離型剤の残留量が蛍光X線分析によるB量で5未満であると共に、前記接合界面における結晶粒の歪み量が0.03%以下であることを特徴とする。

【選択図】 図2

## 出願人履歴

0 0 0 0 0 6 2 6 4

19920410

住所変更

5 9 1 0 1 9 0 4 7

東京都千代田区大手町 1 丁目 5 番 1 号

三菱マテリアル株式会社